

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2006/302092

International filing date: 07 February 2006 (07.02.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2005-166760
Filing date: 07 June 2005 (07.06.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 22 March 2006 (22.03.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2005年 6月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2005-166760

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

J P 2005-166760

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

2006年 3月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH175261
【提出日】 平成17年 6月 7日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G10L
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 荒木 章子
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 澤田 宏
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 向井 良
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 牧野 昭二
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100121706
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中尾 直樹
【選任した代理人】
 【識別番号】 100066153
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 草野 卓
【選任した代理人】
 【識別番号】 100128705
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中村 幸雄
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 287243
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0506224

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

複数の信号源から発せられた源信号を複数のセンサで観測し、観測された観測信号を用いて該源信号を算出する信号分離装置であって、

前記観測信号を周波数領域の周波数領域観測信号に変換する時間周波数領域変換手段と

前記周波数領域観測信号から構成される観測信号ベクトルを、周波数に依存しない第1正規化ベクトルに正規化する周波数正規化手段と、

前記第1正規化ベクトルを、ノルムが所定の値になる第2正規化ベクトルに正規化するノルム正規化手段と、

前記第2正規化ベクトルをクラスタリングし、クラスタを生成するクラスタ生成手段と

k番目の前記クラスタに属する前記第2正規化ベクトルの時間周波数に対応する前記観測信号ベクトルから所定番目の要素を抽出し、これをk番目の要素とした分離信号ベクトルを生成する分離手段と、

前記分離信号ベクトルを時間領域の信号に変換する時間領域変換手段と、

を有することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 2】

請求項1記載の信号分離装置であって、

前記周波数正規化手段が、

Mを前記センサの数とし、 $q = 1, \dots, M$ とし、前記観測信号ベクトルの各要素を $X_q(f, \tau)$ とし、 \arg を偏角とし、 j を虚数単位とし、 c を信号の伝達速度とし、 Q をM以下の自然数から選択された値とし、 d を実数とし、 f を周波数とし、 τ を離散時間とした場合における、

【数1】

$$|X_q(f, \tau)| \exp \left[j \frac{\arg[X_q(f, \tau)/X_Q(f, \tau)]}{4fc^{-1}d} \right]$$

の演算を行い、

当該演算結果を前記第1正規化ベクトルの各要素とする手段である、
ことを特徴とする信号分離装置。

【請求項 3】

請求項2記載の信号分離装置であって、

前記dが、

前記要素 $X_q(f, \tau)$ に対応するセンサと他のセンサとの最大距離 d_{\max} である、

ことを特徴とする信号分離装置。

【請求項 4】

複数の信号源から発せられた源信号を複数のセンサで観測し、観測された観測信号を用いて該源信号を算出する信号分離方法であって、

時間周波数領域変換手段において、前記観測信号を周波数領域の周波数領域観測信号に変換する過程と、

周波数正規化手段において、前記周波数領域観測信号から構成される観測信号ベクトルを、周波数に依存しない第1正規化ベクトルに正規化する過程と、

ノルム正規化手段において、前記第1正規化ベクトルを、ノルムが所定の値になる第2正規化ベクトルに正規化する過程と、

クラスタ生成手段において、前記第2正規化ベクトルをクラスタリングし、クラスタを生成する過程と、

分離手段において、k番目の前記クラスタに属する前記第2正規化ベクトルの時間周波数に対応する前記観測信号ベクトルから所定番目の要素を抽出し、これをk番目の要素とした分離信号ベクトルを生成する過程と、

時間領域変換手段において、前記分離信号ベクトルを時間領域の信号に変換する過程と

を有することを特徴とする信号分離方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 の何れかに記載の信号分離装置としてコンピュータを機能させるための信号分離プログラム。

【請求項 6】

請求項 5 記載の信号分離プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】信号分離装置、信号分離方法、信号分離プログラム及び記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号処理の技術分野に属し、特に必要とする源信号（目的信号）のみを直接観測することができず、目的信号に他のノイズ等が重畳されて観測される環境において目的信号を推定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

【ブラインド信号分離】

複数の源信号が混在した観測信号から、源信号を推定して分離する信号分離技術としてブラインド信号分離がある。

まず、このブラインド信号分離の定式化を行う。すべての信号はあるサンプリング周波数 f_s でサンプリングされ、離散的に表現されるものとする。また、 N 個の信号が混合されて M 個のセンサで観測されたとする。以下では、信号の発生源からセンサまでの距離により信号が減衰・遅延し、また伝送路における歪みが発生しうる状況を扱う。このような状況での混合は、信号源 k からセンサ q へのインパルス応答 $h_{qk}(r)$ による畳み込み混合

【0003】

【数2】

$$x_q(t) = \sum_{k=1}^N \sum_{r=0}^{\infty} h_{qk}(r) s_k(t-r) \quad \dots(1)$$

となる。ここで t はサンプリング時刻を示している。また、 $s_k(t)$ はサンプリング時刻 t において信号源から発せられる源信号を示しており、 $x_q(t)$ はそのセンサ q での観測信号を示している。

ブラインド信号分離の目的は、源信号 $s_1(t), \dots, s_N(t)$ やインパルス応答 $h_{11}(r), \dots, h_{1N}(r), \dots, h_{M1}(r), \dots, h_{MN}(r)$ を知らずに、観測信号 $x_1(t), \dots, x_M(t)$ のみから、源信号 $s_1(t), \dots, s_N(t)$ にそれぞれ対応する分離信号 $y_1(t), \dots, y_N(t)$ を求めることにある。

【0004】

【周波数領域】

ここでは周波数領域において分離の操作を行う。そのためにセンサ q での観測信号 $x_q(t)$ に L 点の短時間離散フーリエ変換を適用し、周波数ごとの時間系列

【0005】

【数3】

$$X_q(f, \tau) = \sum_{r=-L/2}^{(L/2)-1} x_q(\tau+r) g(r) e^{-j2\pi f r} \quad \dots(2)$$

を求める。ここで f は周波数であり $f=0, f_s/L, \dots, f_s(L-1)/L$ と離散化されている（ f_s はサンプリング周波数）。また、 τ は離散時間である。また、 j は虚数単位である。さらに $g(r)$ は窓関数である。ハニング窓

【数4】

$$g(r) = \frac{1}{2} \left(1 + \cos \frac{2\pi r}{L} \right)$$

などの $g(0)$ にパワーの中心を持つ窓関数を用いることで、 $X_q(f, \tau)$ は時刻 $t=\tau$ を中心とする観測信号 $x_q(t)$ の周波数特性を表現する。なお、 $X_q(f, \tau)$ は L サンプルにわたる情報を含んでいるため、すべての時刻 τ に対して $X_q(f, \tau)$ を求める必要はなく、適当な間隔の時刻 τ ごとに $X_q(f, \tau)$ を求める。

周波数領域で処理を行うと、式（1）で示される時間領域での畳み込み混合が、

【数5】

$$X_q(f, \tau) = \sum_{k=1}^N H_{qk}(f) S_k(f, \tau) \quad \dots(3)$$

と各周波数での単純混合に近似表現でき、分離の操作が単純になる。ここで、 $H_{qk}(f)$ は源信号 k を発する信号源からセンサ q までの周波数応答であり、 $S_k(f, \tau)$ は式(2)と同様な式に従って源信号 $s_k(f)$ に短時間離散フーリエ変換を施したものである。式(3)をベクトルを用いて表記すると、

【数6】

$$X(f, \tau) = \sum_{k=1}^N H_k(f) S_k(f, \tau) \quad \dots(4)$$

となる。ここで、 $X(f, \tau) = [X_1(f, \tau), \dots, X_M(f, \tau)]^T$ は観測信号ベクトル、 $H_k(f) = [H_{1k}(f), \dots, H_{Mk}(f)]^T$ は信号源 k から各センサへの周波数応答をまとめたベクトルである。なお、 $[*]^T$ は $[*]$ の転置ベクトルを示す。

【時間周波数マスクによる信号分離】

信号源の数 N とセンサ数 M が $M \leq N$ の関係にある場合の信号分離抽出手法として、時間周波数マスクによる方法がある。

【0006】

この手法では信号のスパース性を仮定する。スパースとは、信号が殆どの離散時間 τ において0であることを指す。信号のスパース性は、例えば音声信号で確認される。信号のスパース性と相互独立性を仮定することで、複数の信号が同時に存在していても、各時間周波数ポイント (f, τ) では互いに重なって観測される確率が低いことを仮定できる。よって、各時間周波数ポイント (f, τ) の各センサにおける観測信号は、その時間周波数ポイント (f, τ) でアクティブな1つの信号 $s_p(f, \tau)$ のみから成ると仮定できる。よって、観測信号ベクトルを適当な特徴量によりクラスタリングし、各クラスタ C_k のメンバの時間周波数 (f, τ) に対応する観測信号 $X(f, \tau)$ を抽出する時間周波数マスク $M_k(f, \tau)$ を推定し、

$$Y_k(f, \tau) = M_k(f, \tau) X(f, \tau)$$

により、各信号を分離抽出する。ここで、 $X_Q(f, \tau)$ は観測信号のうちの1つであり、 $Q \in \{1, \dots, M\}$ である。

【0007】

クラスタリングに用いる特徴量としては、例えば、2つのセンサ（センサ q とセンサ Q ）における観測信号の位相差

【数7】

$$\phi(f, m) = \angle \frac{X_q(f, \tau)}{X_Q(f, \tau)} \quad \dots(5)$$

から計算される信号の推定到来方向 (Direction of Arrival : DOA)

【数8】

$$\theta(f, \tau) = \cos^{-1} \frac{\phi(f, \tau) \cdot c}{2\pi \cdot f \cdot d} \quad \dots(6)$$

を例示できる（例えば、非特許文献1参照）。なお、 d はセンサ q とセンサ Q との距離であり、 c は信号速度である。また、クラスタリングには、 k -means法（例えば、非特許文献2参照）等を用いることができる。また、時間周波数マスク $M_k(f, \tau)$ としては、例えばそれぞれのクラスタ C_k に属するメンバの平均値 $\theta_1 \sim \theta_2 \sim \dots, \theta_N \sim$ を求め、

【0008】

【数9】

$$M_k(f, \tau) = \begin{cases} 1 & \theta_k^- - \Delta \leq \theta(f, \tau) \leq \theta_k^- + \Delta \quad (k=1, \dots, N) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

のようにして生成したものをを用いることができる。ここで Δ は信号を抽出する範囲を与える。この方法では、 Δ を小さくすると、よい分離抽出性能が得られるが非線形型歪みは大きくなる。また、 Δ を大きくすると、非線形型歪みは減少するが分離性能が劣化する。

その他、クラスタリングの特徴量として、2つのセンサ（センサqとセンサQ）における観測信号の位相差（式（5））や両者のゲイン比

【数10】

$$\alpha(f, \tau) = \frac{|X_q(f, \tau)|}{|X_Q(f, \tau)|}$$

を用いてもよい。

【非特許文献1】 S. Araki, S. Makino, A. Blin, R. Mukai and H. Sawada, "Under determined Blind Separation for speech in real environments with sparseness and ICA," IEEE Intl. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), vol. III, pp. 881-884, May 2004.

【非特許文献2】 R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification, Wiley Interscience, 2nd edition, 2000

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、従来の技術では、観測信号から得られた情報を容易かつ効率的に利用することができないという問題点があった。

すなわち、従来の技術では、センサが3個以上ある場合でも、そのうち特定の2つのセンサq, Qのみの情報しか用いずに特徴量を計算していた。これは次元の低下を意味し、全てのセンサを用いる場合に比べて情報量が欠落する。また、全てのセンサの情報を有効利用するには、複数のセンサペアで求めた特徴量を統合する必要があった（例えば、「R. Mukai, H. Sawada, S. Araki, S. Makino, "Frequency Domain Blind Source Separation using Small and Large Spacing Sensor Pairs," in Proc. of ISCAS 2004, vol. V, pp. 1-4, May 2004.」参照）。この統合のためには、特徴量抽出のための更なる処理が必要であり、より統合誤差が少ないと思われるセンサペアを優先的に用いるなど、統合の際に工夫する必要があった。

【0010】

また、上述した従来の技術では、センサの厳密な配置情報をあらかじめ知っておかなければならないという問題点もある。これは、センサを自由に配置する場合に不利である。また、たとえ規則的に配置するとしても、配置情報を厳密に知ることは困難であり、より正確な信号抽出のためにはキャリブレーションなどの操作を必要とする。

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、センサの厳密な配置情報を必要とすることなく、全ての観測信号から得られる情報を容易かつ効率的に利用して信号分離を行うことが可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明では上記課題を解決するために、まず、時間周波数領域変換手段において、観測信号を周波数領域の周波数領域観測信号に変換する。そして、周波数正規化手段において、周波数領域観測信号から構成される観測信号ベクトルを、周波数に依存しない第1正規

化ベクトルに正規化し、ノルム正規化手段において、第1正規化ベクトルを、ノルムが所定の値になる第2正規化ベクトルに正規化する。その後、クラスタ生成手段において、第2正規化ベクトルをクラスタリングしてクラスタを生成し、分離手段において、k番目のクラスタに属する第2正規化ベクトルの時間周波数に対応する観測信号ベクトルから所定番目の要素を抽出し、これをk番目の要素とした分離信号ベクトルを生成する。そして、時間領域変換手段において、分離信号ベクトルを時間領域の信号に変換する。

【0012】

ここで、本発明では、全てのセンサで観測された観測信号を正規化してクラスタリングを行い、各クラスタの情報をを用いて分離信号ベクトルを生成している。これは、全てのセンサの情報を同時に用いて分離信号を抽出していることを意味する。また、この処理では、センサの厳密な配置情報を必要としない。以上より、本発明では、センサの厳密な配置情報を必要とすることなく、全ての観測信号から得られた情報を容易かつ効率的に利用して信号分離を行うことができる。

また、本発明において、好ましくは、周波数正規化手段は、Mをセンサの数とし、 $q = 1, \dots, M$ とし、観測信号ベクトルの各要素を $X_q(f, \tau)$ とし、 \arg を偏角とし、 j を虚数単位とし、 c を信号の伝達速度とし、 Q をM以下の自然数から選択された値とし、 d を実数とし、 f を周波数とし、 τ を離散時間とした場合における、

【0013】

【数11】

$$|X_q(f, \tau)| \exp \left[j \frac{\arg[X_q(f, \tau)/X_Q(f, \tau)]}{4fc^{-1}d} \right]$$

の演算を行い、当該演算結果を第1正規化ベクトルの各要素とする。これにより、周波数の依存性を排除できる。また、この正規化には、センサの厳密な配置情報を必要としない。

また、本発明において、好ましくは、上記の d は、要素 $X_Q(f, \tau)$ に対応するセンサと他のセンサとの最大距離 d_{\max} である。このような d を用いることにより、第1正規化ベクトルの各要素 $X_{q1}(f, \tau)$ 、 $X_{q2}(f, \tau)$ 間の $|\arg(X_{q1}(f, \tau)) - \arg(X_{q2}(f, \tau))|$ の増加に対して $|X_{q1}(f, \tau) - X_{q2}(f, \tau)|$ も単調増加するという関係を維持しつつ、できるだけ広い範囲にクラスタを分散させることができる（詳細は後述）。その結果、クラスタリングの精度を一般的に向上させることができる。

【発明の効果】

【0014】

このように本発明では、センサの厳密な配置情報を必要とすることなく、全ての観測信号から得られた情報を容易かつ効率的に利用して信号分離を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

まず、本形態の構成について説明する。

<ハードウェア構成>

図1は、本形態における信号分離装置1のハードウェア構成を例示したブロック図である。

図1に例示するように、この例の信号分離装置1は、CPU(Central Processing Unit)10、入力部20、出力部30、補助記憶装置40、RAM(Random Access Memory)50、ROM(Read Only Memory)60及びバス70を有している。

【0016】

この例のCPU10は、制御部11、演算部12及びレジスタ13を有し、レジスタ13に読み込まれた各種プログラムに従って様々な演算処理を実行する。また、この例の入力部20は、データが入力される入力ポート、キーボード、マウス等であり、出力部30

は、データを出力する出力ポート、ディスプレイ等である。補助記憶装置40は、例えば、ハードディスク、MO (Magneto-Optical disc)、半導体メモリ等であり、本形態の信号分離処理を実行するための信号分離プログラムを格納した信号分離プログラム領域41及びセンサで観測された時間領域の観測信号等の各種データが格納されるデータ領域42を有している。また、RAM50は、例えば、SRAM (Static Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory)等であり、信号分離プログラムが書き込まれる信号分離プログラム領域51及び各種データが書き込まれるデータ領域52を有している。また、この例のバス70は、CPU10、入力部20、出力部30、補助記憶装置40、RAM50及びROM60を通信可能に接続している。

【0017】

<ハードウェアとソフトウェアとの協働>

この例のCPU10は、読み込まれたOS (Operating System) プログラムに従い、補助記憶装置40の信号分離プログラム領域41に格納されている信号分離プログラムを、RAM50の信号分離プログラム領域51に書き込む。同様にCPU10は、補助記憶装置40のデータ領域42に格納されている時間領域の観測信号等の各種データをRAM50のデータ領域52に書き込む。さらに、CPU10は、この信号分離プログラムや各種データが書き込まれたRAM50上のアドレスをレジスタ13に格納する。そして、CPU10の制御部11は、レジスタ13に格納されたこれらのアドレスを順次読み出し、読み出したアドレスが示すRAM50上の領域からプログラムやデータを読み出し、そのプログラムが示す演算を演算部12に順次実行させ、その演算結果をレジスタ13に格納していく。

【0018】

図2は、このようにCPU10に信号分離プログラムが読み込まれることにより構成される信号分離装置1のブロック図の例示である。また、図3は、図2における分離信号生成部120の詳細を例示したブロック図である。なお、これらの図における実線の矢印は実際のデータの流れを示し、破線の矢印は理論的な情報の流れを示す。また、これらの図において制御部140に出入りするデータの流れに対応する矢印は省略してある。

図2、図3に例示するように、信号分離装置1は、メモリ100、時間周波数領域変換部110、分離信号生成部120、時間領域変換部130及び制御部140を有している。また、この分離信号生成部120は、周波数正規化部121、ノルム正規化部122、クラスタリング部123及び分離部124を有している。また、制御部140は一時メモリ141を有している。

【0019】

ここでメモリ100及び一時メモリ141は、レジスタ13、補助記憶装置40及びRAM50等に相当する。また、時間周波数領域変換部110、分離信号生成部120、時間領域変換部130及び制御部140は、CPU10にOSプログラムや信号分離プログラムが読み込まれ、CPU10がこれらを実行することにより構成されるものである。

<処理>

次に、本形態の信号分離装置1の処理について説明する。なお、以下では、N個の源信号が混合され、M個のセンサで観測された状況を取り扱う。また、前処理において、各センサで観測された時間領域の観測信号 $x_q(t)$ ($q=1, \dots, M$) がメモリ100の記憶領域101に格納され、信号の伝達速度 c 、M以下の自然数から選択された基準値 Q 、 Q' (それぞれM個のセンサから選択された基準センサの添字番号) 及び実数 d の各パラメータが記憶領域105に格納されているものとする。

図4は、本形態における信号分離装置1の処理の全体を説明するためのフローチャートである。以下、この図に沿って、本形態における信号分離装置1の処理を説明していく。

【0020】

[処理の全体]

まず、時間周波数領域変換部110において、メモリ100の記憶領域101から時間領域の観測信号 $x_q(t)$ を読み出し、これらを短時間離散フーリエ変換等によって周波数毎

の時系列信号（「周波数領域観測信号」と呼ぶ） $X_q(l, \tau)$ ($q=1, \dots, M$, $l=0, f_s/L, \dots, f_s(L-1)/L$, f_s はサンプリング周波数) に変換し、メモリ 100 の記憶領域 102 に格納する（ステップ S1）。

【0021】

次に、分離信号生成部 120 の周波数正規化部 121 において、メモリ 100 の記憶領域 102 から周波数領域観測信号 $X_q(l, \tau)$ を読み出す。周波数領域観測信号 $X_q(l, \tau)$ を読み出した周波数正規化部 121 は、これらからなる観測信号ベクトル $X(l, \tau) = [X_1(l, \tau), \dots, X_M(l, \tau)]^T$ を、周波数 f に依存しない第 1 正規化ベクトル $X'(l, \tau)$ に正規化する（ステップ S2）。生成された各第 1 正規化ベクトル $X'(l, \tau)$ はメモリ 100 の記憶領域 103 に格納される。なお、ステップ S2 の処理の詳細については後述する。

次に、分離信号生成部 120 のノルム正規化部 122 において、メモリ 100 の記憶領域 103 から各第 1 正規化ベクトル $X'(l, \tau)$ を読み込み、これらをノルムが所定の値（例えば 1）になる第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ に正規化する。そして、ノルム正規化部 122 は、生成した各第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ をメモリ 100 の記憶領域 104 に格納する（ステップ S3）。なお、この詳細については後述する。

【0022】

次に、分離信号生成部 120 のクラスタリング部 123 において、メモリ 100 の記憶領域 104 から各第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ を読み込み、これらをクラスタリングし、クラスタを生成する。そして、クラスタリング部 123 は、各クラスタを特定するクラスタ情報 C_k ($k=1, \dots, N$) 番目のクラスタのメンバ $X''(l, \tau)$ を特定する情報をメモリ 100 の記憶領域 106 に格納する（ステップ S4）。なお、この詳細については後述する。

次に、分離信号生成部 120 の分離部 124 において、メモリ 100 の記憶領域 106、105 からクラスタ情報 C_k 及び基準値 Q' を読み込む。そして、分離部 124 は、クラスタ情報 C_k 及び基準値 Q' を用い、 k 番目のクラスタに属する第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ に対応する観測信号ベクトル $X(l, \tau)$ から Q' 番目の要素を記憶領域 102 から抽出し、これを k 番目の要素 $Y_k(l, \tau)$ とした分離信号ベクトル $Y(l, \tau)$ を生成する。そして、分離部 124 は、生成した分離信号ベクトル $Y(l, \tau)$ をメモリ 100 の記憶領域 107 に格納する（ステップ S5）。なお、この詳細については後述する。

最後に、時間領域変換部 130 において、メモリ 100 の記憶領域 107 から分離信号ベクトル $Y(l, \tau)$ を読み込み、その分離信号成分 $Y_k(l, \tau)$ を添字 k 毎に短時間逆フーリエ変換等により、時間領域の分離信号 $y_k(t)$ に変換する。そして、時間領域変換部 130 は、変換した時間領域の分離信号 $y_k(t)$ をメモリ 100 の記憶領域 108 に格納する（ステップ S6）。

次に、各処理の詳細について説明する。

【0023】

〔周波数正規化部 121・ノルム正規化部 122 の処理の詳細〕

周波数正規化部 121 及びノルム正規化部 122 は、全ての観測信号ベクトル $X(l, \tau) = [X_1(l, \tau), \dots, X_M(l, \tau)]^T$ ($l=0, f_s/L, \dots, f_s(L-1)/L$) を正規化し、それらを周波数に依存せず、信号源の位置のみに依存する第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ に正規化する。これにより、それらをステップ S4 でクラスタリングした際に、各クラスタが各信号源のみに対応するようになる。この正規化を適切に行わないとクラスタが形成されない。前述した通り、本形態における正規化は二段階からなる。第 1 の正規化は、周波数正規化部 121 において、観測信号ベクトル $X(l, \tau)$ を周波数に依存しない第 1 正規化ベクトル $X'(l, \tau)$ に正規化するものである。第 2 の正規化は、ノルム正規化部 122 において、第 1 正規化ベクトル $X'(l, \tau)$ をノルムが規定値（この例では 1）をとる第 2 正規化ベクトル $X''(l, \tau)$ に正規化するものである。以下にこれらの正規化の詳細を説明する。

【0024】

〔周波数正規化部 121 における処理の詳細（ステップ S2 の処理の詳細）〕

図 5 (a) は、図 4 に示したステップ S2 の処理の詳細を説明するためのフローチャー

トである。以下、この図に沿ってステップS2の処理の詳細を説明する。

まず、制御部140（図2）においてパラメータ q に1を代入し、これを一時メモリ141に格納する（ステップS11）。次に、周波数正規化部121（図2、図3）において、メモリ100の記憶領域105から前述のパラメータ d 、 c 、 Q を読み込み、記憶領域102から各 (f, τ) に対応する観測信号ベクトル $X(f, \tau)$ の要素 $X_q(f, \tau)$ を読み込み、一時メモリ141からパラメータ q を読み込む。そして、周波数正規化部121は、

【0025】

【数12】

$$X_q'(f, \tau) = |X_q(f, \tau)| \exp \left[j \frac{\arg[X_q(f, \tau)/X_Q(f, \tau)]}{4fc^{-1}d} \right] \dots (7)$$

の演算を行い、当該演算結果を第1正規化ベクトル $X'(f, \tau) = [X_1'(f, \tau), \dots, X_M'(f, \tau)]^T$ の各要素として、メモリ100の記憶領域103に格納する（ステップS12）。なお、 \arg は偏角を意味し、 j は虚数単位を意味する。

次に、制御部140において、一時メモリ141に格納されたパラメータ q が $q=M$ を満たすか否かを判断する（ステップS13）。ここで $q=M$ でなければ、制御部140は、 $q+1$ の演算結果を新たなパラメータ q の値とし、これを一時メモリ141に格納し（ステップS14）、処理をステップS12へ戻す。一方、 $q=M$ であれば、制御部140はステップS2の処理を終了させ、以下のステップS3の処理を実行させる。

【0026】

【ノルム正規化部122における処理の詳細（ステップS3の詳細）】

図5（b）は、図4に示したステップS3の処理の詳細を説明するためのフローチャートである。以下、この図に沿ってステップS3の処理の詳細を説明する。

ノルム正規化部122（図2、図3）において、メモリ100の記憶領域103から、各 (f, τ) に対応する第1正規化ベクトル $X'(f, \tau) = [X_1'(f, \tau), \dots, X_M'(f, \tau)]^T$ を読み込む。そして、ノルム正規化部122は、

【数13】

$$\|X'(f, \tau)\| = \sqrt{\sum_{q=1}^M (X_q'(f, \tau))^2}$$

の演算を行ってそれらのノルム $\|X'(f, \tau)\|$ を求め、第1正規化ベクトル $X'(f, \tau)$ 及びノルム $\|X'(f, \tau)\|$ を一時メモリ141に格納する（ステップS21）。

次に、ノルム正規化部122は、一時メモリ141から各 (f, τ) に対応する第1正規化ベクトル $X'(f, \tau)$ 及びノルム $\|X'(f, \tau)\|$ を読み出し、

$$X''(f, \tau) = X'(f, \tau) / \|X'(f, \tau)\| \dots (8)$$

の演算を行って第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ を求める（ステップS22）。求められた各第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ は、メモリ100の記憶領域104に格納される。これによりステップS3の処理が終了する。

このように生成された第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ は、周波数に依存せず、信号源の位置のみに依存するベクトルとなる。その結果、この第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ はクラスタを形成することになる。以下にこの理由を説明する。

【0027】

【第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ がクラスタを形成する理由】

まず、前述した式（1）に示される畳み込み混合モデルを直接波（近距離場）混合モデル

【数 1 4】

$$h_{qk}(f) = \frac{\gamma(f)}{d_{qk}} \exp[-j2\pi f c^{-1}(d_{qk} - d_{Qk})] \quad \dots(9)$$

を用いて近似する。ここで、 d_{qk} は信号源 q とセンサ k との間の距離であり、 $\gamma(f)$ は周波数に依存した定数である。また、減衰 $\gamma(f)/d_{qk}$ は、距離 d_{qk} と定数 $\gamma(f)$ によって決まり、遅延 $(d_{qk} - d_{Qk})/c$ は、基準値 Q に対応する基準センサ Q の位置で正規化された距離によって決まる。

また、信号のスパース性を仮定すると、各時間周波数 (f, τ) において以下の関係が成り立つ。

$$X_q(f, \tau) = H_{qk}(f, \tau) \cdot S_k(f, \tau) \quad \dots(10)$$

式(9)と(10)を式(7)と(8)に代入すると、

【0 0 2 8】

【数 1 5】

$$X_p''(f, \tau) = \frac{1}{d_{qk} D} \exp\left[-j \frac{\pi (d_{qk} - d_{Qk})}{2d}\right], D = \sqrt{\sum_{i=1}^M \frac{1}{d_{ik}^2}} \quad \dots(11)$$

となる。

この式から分かるように、第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ の各要素 $X''_q(f, \tau)$ は、周波数 f からは独立であり、信号源 k とセンサ q の位置のみに依存する。従って、第2正規化ベクトルをクラスタリングすると、同じ信号源にごとにに対応するクラスタが形成される。

【0 0 2 9】

また、式(11)から、パラメータ d の値は、 $d > d_{\max}/2$ であることが望ましく(d_{\max} は要素 $X''_q(f, \tau)$ に対応する基準センサ Q と他のセンサとの最大距離を意味する。)、より好ましくは $d \geq d_{\max}$ であることが望ましく、さらにより好ましくは $d = d_{\max}$ であることが望ましいことが分かる。以下、この理由について説明する。

図7及び図8は、パラメータ d 毎の第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ の要素 $X''_q(f, \tau)$ とその偏角 $\arg[X''_q(f, \tau)]$ との関係を説明するための複素平面図である。なお、これらにおける横軸は実軸を縦軸は虚軸を示している。

【0 0 3 0】

図7(a)は $d_{\max}/2 \geq d$ の場合における複素平面図である。ここで上述の d_{\max} の定義より、任意の q 及び k に対し $d_{qk} - d_{Qk}$ の絶対値は d_{\max} 以下となる。よって $d_{\max}/2 \geq d$ の場合、 $(\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{Qk})/d \leq -\pi$ 、 $(\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{Qk})/d \geq \pi$ と成り得る。その結果、式(11)で表される $X''_q(f, \tau)$ の偏角 $\arg[X''_q(f, \tau)]$ は、 2π を超える $\alpha_1 \leq \arg[X''_q(f, \tau)] \leq \alpha_2$ ($\alpha_1 \leq -\pi$ 、 $\alpha_2 \geq \pi$)の範囲に分布する可能性がある。そのため、異なる第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ の要素 $X''_q(f, \tau)$ の偏角が一致する可能性があり、前述したクラスタリングにおいて、異なる第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ を同じクラスタにクラスタリングしてしまう可能性がある。よって、 $d > d_{\max}/2$ であることが望ましい。しかし、この偏角の重複範囲に対応する第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ のサンプルが存在しないならば $d_{\max}/2 \geq d$ としても問題はない。

【0.0 3 1】

図7(b)は $d_{\max}/2 < d < d_{\max}$ の場合における複素平面図である。この場合、 $-\pi < (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{Qk})/d < -\pi/2$ 、 $\pi/2 < (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{Qk})/d < \pi$ と成り得る。その結果、式(11)で表される $X''_q(f, \tau)$ の偏角 $\arg[X''_q(f, \tau)]$ は、 $\beta_1 \leq \arg[X''_q(f, \tau)] \leq \beta_2$ ($-\pi < \beta_1 < -\pi/2$ 、 $\pi/2 < \beta_2 < \pi$)の範囲に分布する可能性がある。そのため、 $-\pi < \arg[X''_q(f, \tau)] < -\pi/2$ 及び $\pi/2 < \arg[X''_q(f, \tau)] < \pi$ の範囲において、異なる第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ の要素間における偏角の差の増加に伴い、これらの要素間の距離が単調増加しないこともありうる。これは、前述したクラスタリングの精度を低下させ

る可能性がある。よって $d \geq d_{\max}$ であることがより望ましい。

【0032】

図8(a)は $d = d_{\max}$ の場合における複素平面図であり、図8(b)は $d > d_{\max}$ の場合における複素平面図である。ここで $d > d_{\max}$ の場合、 $-\pi/2 < (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{0k})/d < 0$ 、 $0 < (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{0k})/d < \pi/2$ と成り得る。その結果、式(11)で表される $X''_q(f, \tau)$ の偏角 $\arg[X''_q(f, \tau)]$ は、図8(b)に示すように、 $\gamma_1 \leq \arg[X''_q(f, \tau)] \leq \gamma_2$ ($-\pi/2 < \gamma_1 < 0$, $0 < \gamma_2 < \pi/2$) の範囲に分布する。そして、 d が大きくなればなるほどその分布範囲は狭くなっていき、狭い範囲にクラスタが密集していく。これは、前述したクラスタリングの精度を低下させる。

【0033】

これに対し、 $d = d_{\max}$ である場合、 $-\pi/2 \leq (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{0k})/d < 0$ 、 $0 < (\pi/2) \cdot (d_{qk} - d_{0k})/d \leq \pi/2$ と成り得る。その結果、式(11)で表される $X''_q(f, \tau)$ の偏角 $\arg[X''_q(f, \tau)]$ は図8(a)に示すように $-\pi/2 \leq \arg[X''_q(f, \tau)] \leq \pi/2$ の範囲に分布する。この場合、第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ の要素間における偏角の差の増加に対して、それらの距離も単調増加するという関係を維持しつつ、できるだけ広い範囲にクラスタを分散させることができる。その結果、一般的にクラスタリングの精度を向上させることができる(【周波数正規化部121・ノルム正規化部122の処理の詳細】の説明終わり)。

【0034】

【クラスタリング部123の処理の詳細(ステップS4の詳細)】

前述のようにクラスタリング部123は、メモリ100の記憶領域104から第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ を読み込み、これらをクラスタリングしてM個のクラスタを生成する。このクラスタリングは、例えば、各クラスタのメンバ ($X''(f, \tau) \in C_k$) と各クラスタのセントロイド η_k との間の二乗和 U_k の総和 U

【0035】

【数16】

$$U = \sum_{k=1}^M U_k$$

$$U_k = \sum_{X''(f, \tau) \in C_k} \|X''(f, \tau) - \eta_k\|^2$$

を最小化することを基準に行われる。この最小化は、例えば、"R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification, Wiley Interscience, 2nd edition, 2000."などで解説されているk-meansクラスタリングを用いることによって効果的に行うことができる。なお、クラスタ情報 C_k が示すクラスタのセントロイド(中心ベクトル) η_k は、

【数17】

$$\eta_k = \frac{\sum_{X''(f, \tau) \in C_k} X''(f, \tau) / |C_k|}{\left\| \sum_{X''(f, \tau) \in C_k} X''(f, \tau) / |C_k| \right\|}$$

によって計算される。ここで $|C_k|$ はクラスタ情報 C_k が示すクラスタのメンバ(第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$) の数である(【クラスタリング部123の処理の詳細】の説明終わり)。

【0036】

【分離部124の処理の詳細(ステップS5の詳細)】

図6は、図4に示したステップS5の処理の詳細を説明するためのフローチャートである。以下、この図に沿ってステップS5の処理の詳細を説明する。

まず、制御部140(図2)において、全てのパラメータ k ($k=1, \dots, N$) 及び時間周波数 (f, τ) (定義された範囲における全ての f と τ) に対する $Y_k(f, \tau)$

の値を0に初期化し、これらをメモリ100の記憶領域107に格納する（ステップS30）。

次に、制御部140においてパラメータkに1を代入し、これを一時メモリ141に格納する（ステップS31）。次に、分離部124（図2、図3）において、メモリ100の記憶領域106のクラスタ情報 C_k を読み込み、これが示すk番目のクラスタのメンバー（第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ ）を抽出し、これらを一時メモリ141に格納する（ステップS32）。次に、分離部124は、ステップS32で一時メモリ141に格納された各第2正規化ベクトル $X''(f, \tau)$ を参照し、これらに対応する時間周波数 (f, τ) の各観測信号ベクトル $X(f, \tau)$ をメモリ100の記憶領域102から読み込み、これらを一時メモリ141に格納する（ステップS33）。次に、分離部124は、メモリ100の記憶領域105から基準値 Q' を読み込み、一時メモリ141から、ステップS33で格納された観測信号ベクトル $X(f, \tau)$ の Q' 番目の要素 $X_{Q'}(f, \tau)$ を抽出する（各時間周波数 (f, τ) について）。そして、分離部124は、抽出した要素 $X_{Q'}(f, \tau)$ を分離信号ベクトル $Y(f, \tau)$ のk番目の要素 $Y_k(f, \tau)$ としてメモリ100の記憶領域107の値を更新する（ステップS34）。すなわち、この例の分離部124は、

【0037】

【数18】

$$Y_k(f, \tau) = \begin{cases} X_{Q'}(f, \tau) & X''(f, \tau) \in C_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

として要素 $Y_k(f, \tau)$ を抽出する。

次に、制御部140において、一時メモリ141に格納されたパラメータkが $k=N$ を満たすか否かを判断する（ステップS35）。ここで $k=N$ でなければ、制御部140は、 $k+1$ の演算結果を新たなパラメータkの値とし、これを一時メモリ141に格納し（ステップS36）、処理をステップS32へ戻す。一方、 $k=N$ であれば、制御部140はステップS5の処理を終了させる（【分離部124の処理の詳細】の説明終わり）。

【0038】

<実験結果>

次に、本形態による音源分離実験結果を示す。ここでは、本形態の効果を示すために二種類の信号分離の実験を行った。

1つ目の実験は、2つのセンサによる分離実験である。その実験条件は図9（a）に示す通りである。信号源の数は3つであり、6秒間の英語の音声をスピーカから流した。また、この実験結果を図9（b）の表にSIR(signal-to-interference ratio)の向上量で示す。大きい数字ほど分離性能が良いことを示す。ここでは、分離前のセンサでの観測結果【InputSIR】と、DOAによるクラスタリングによる結果【DOA(Previous)】と、本形態（正規化によるクラスタリング）による結果【Normalized obser. vector(Proposed)】を示している。この結果より、2つのセンサの場合、本形態の方法によって、DOAのみによるクラスタリング結果と同等の性能で信号分離が可能であることが確認できた。

【0039】

2つ目の実験は、不規則なセンサ配置によるものである。実験条件は図10（a）に示す通りである。この実験では、4つの無指向性マイク（センサ）を直線的ではない配置とした。また、これらの配置情報としては、マイク間隔の上限が4cmであるということだけを見分システムに与えた。信号源の数は4つであり、6秒間の英語の音声をスピーカから流した。このようなセンサや信号源の配置においてDOAを使おうとすると、それぞれのセンサペア毎にDOAを推定→センサペア毎にクラスタリング→全てのセンサペアについてのクラスタリング結果を統合、という複雑な処理を行う必要がある。しかし、本形態の方法ではそのような複雑な統合処理を行うことなく、図10（b）の表に示すような高い分離性能を得ることができる。また、2つ目の実験を図11（a）のような条件で行った場合も同様に図11（b）の表に示すような高い分離性能を得ることができた。

【0040】

＜上述の実施の形態の特徴＞

以上より、上述した実施の形態の特徴をまとめると以下のようなになる。

(1)観測信号ベクトルから得られる情報をすべて用いてクラスタリングを行うため、全てのセンサの情報を有効に活用でき、信号分離の性能が向上する。(2)センサの配置情報を厳密に知る必要がないため、不規則なセンサ配置を採用でき、さらにセンサ位置をキャリブレーションする必要が無い。

＜変形例等＞

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。例えば、上述の実施の形態では、ノルム正規化部122においてノルムが1になるような正規化を行ったが、ノルムが1以外の規定値となるように正規化を行ってもよい。また、上述した基準値 Q 、 Q' は互いに等しくてもよく、異なってもよい。

【0041】

また、分離部124において、

【数19】

$$Y_k(f, \tau) = \begin{cases} X_{Q'}(f, \tau) & X''(f, \tau) \in C_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

とする代わりに、バイナリマスク

【数20】

$$M_k(f, \tau) = \begin{cases} 1 & X''(f, \tau) \in C_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

を作成し、

$$Y_k(f, \tau) = M_k(f, \tau) X_{Q'}(f, \tau)$$

として分離信号ベクトル $Y(f, \tau)$ の k 番目の要素 $Y_k(f, \tau)$ を得ることとしてもよい。

さらに、上述の各実施の形態では、フーリエ変換及び逆フーリエ変換によって周波数領域と時間領域との間の変換を行うこととしたが、wavelet変換、DFTフィルタバンク、ポリフェイズフィルタバンクなどを用い、この変換を行うこととしてもよい（例えば、「R. E. Crochiere, L. R. Rabiner, "Multirate Digital Signal Processing," Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1983 (ISBN 0-13-605162-6)）。また、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【0042】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよいが、具体的には、例えば、磁気記録装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD (Digital Versatile Disc)、DVD-RAM (Random Access Memory)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、CD-R (Recordable) / RW (ReWritable) 等を、光磁気記録媒体として、MO (Magnetooptical disc) 等を、半導体メモリとしてEEPROM (Electrically Erasable and Programmable-Read Only Memory) 等を用いることができる。

【0043】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

また、上述した実施形態とは別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接このプログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

【0044】

また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本技術により、例えば、様々なノイズ・妨害信号・干渉音が存在する環境下においても、目的信号を精度よく分離抽出することが可能となる。例えば、オーディオ分野に応用した場合、音声認識機の入力マイクロホンと話者が離れた位置にあり、マイクロホンが目的話者音声以外の音まで集音してしまうような状況でも、目的音声を分離抽出することにより、認識率の高い音声認識系を構築することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】図1は、本形態における信号分離装置のハードウェア構成を例示したブロック図。

【図2】図2は、本形態における信号分離装置のブロック図の例示。

【図3】図3は、図2における分離信号生成部の詳細を例示したブロック図である。

【図4】図4は、本形態における信号分離装置の処理の全体を説明するためのフローチャート。

【図5】図5（a）は、図4のステップS2の詳細を説明するためのフローチャートである。図5（b）は、図4のステップS3の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図6】図6は、図4のステップS5の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図7】図7（a）（b）は、パラメータd毎の第2正規化ベクトル $X_q''(l, \tau)$ の要素 $X_q''(l, \tau)$ とその偏角 $\arg[X_q''(l, \tau)]$ との関係を説明するための複素平面図である。

【図8】図8（a）（b）は、パラメータd毎の第2正規化ベクトル $X_q''(l, \tau)$ の要素 $X_q''(l, \tau)$ とその偏角 $\arg[X_q''(l, \tau)]$ との関係を説明するための複素平面図である。

【図9】図9（a）は実験条件を示した図であり、図9（b）は実験結果を示した図である。

【図10】図10（a）は実験条件を示した図であり、図10（b）は実験結果を示した図である。

【図11】図11（a）は実験条件を示した図であり、図11（b）は実験結果を示した図である。

した図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

1 信号分離装置

【書類名】図面

【図1】

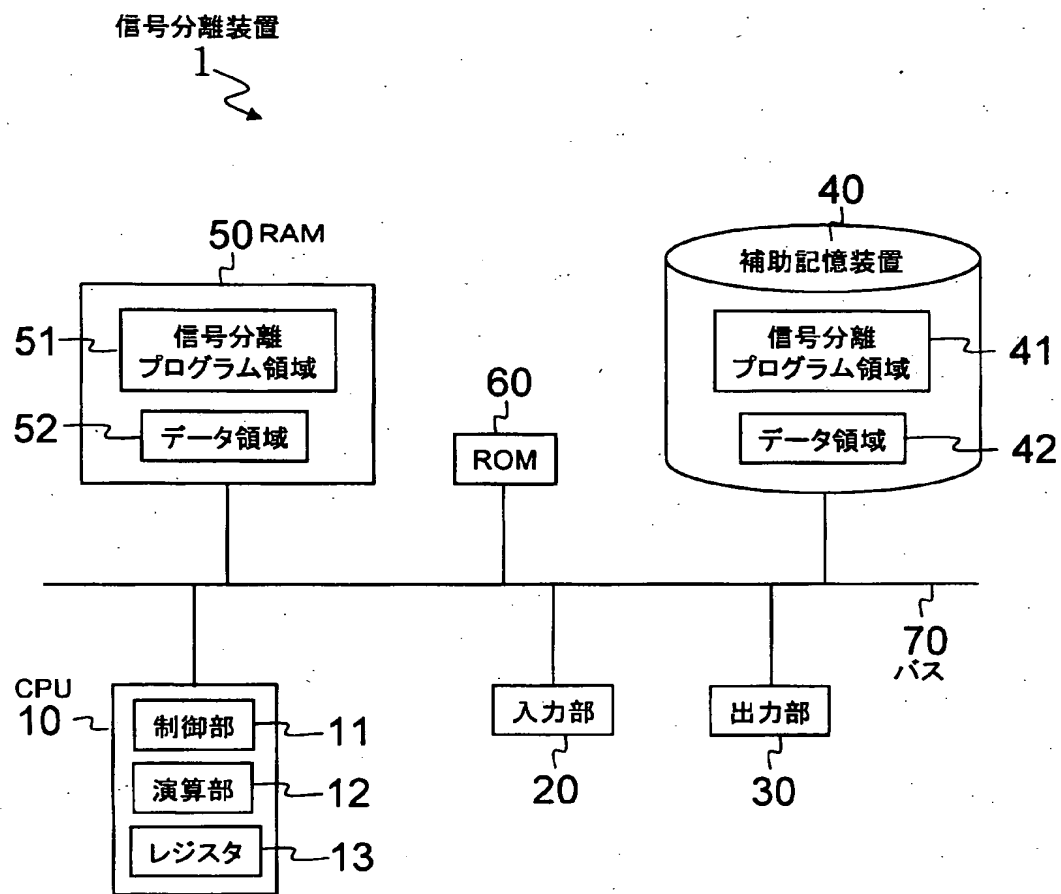


図1

【図 2】

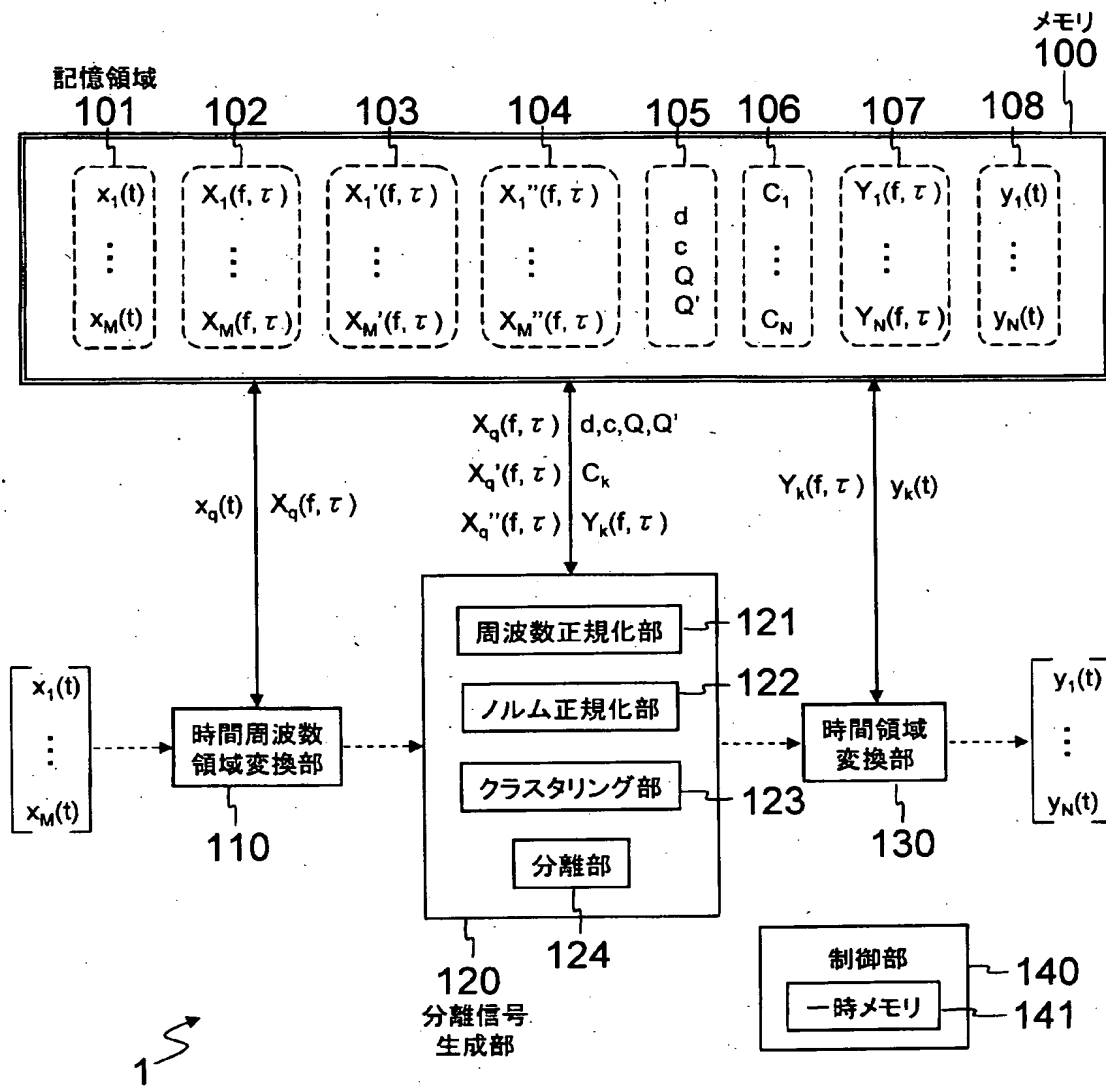
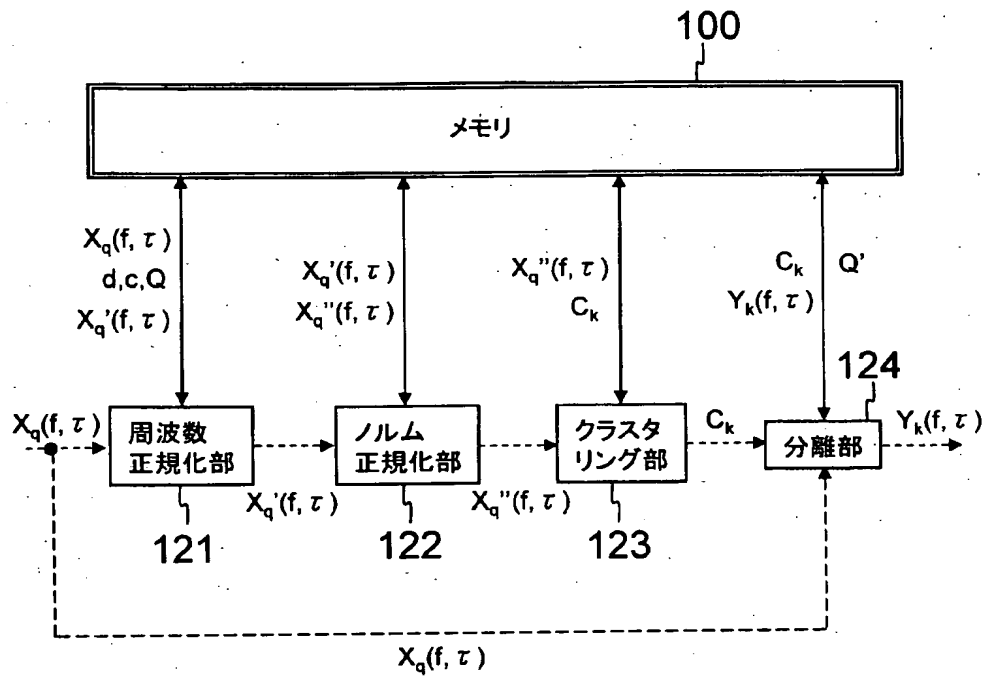


図2

【図 3】



120 ↗

図3

【図4】

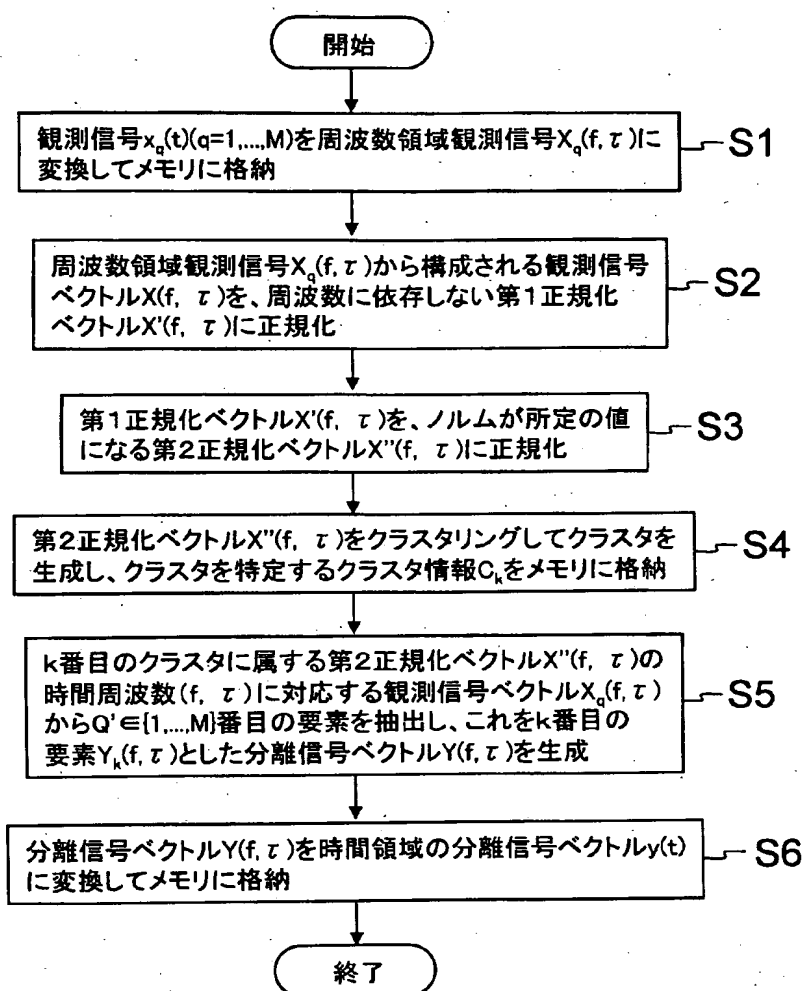
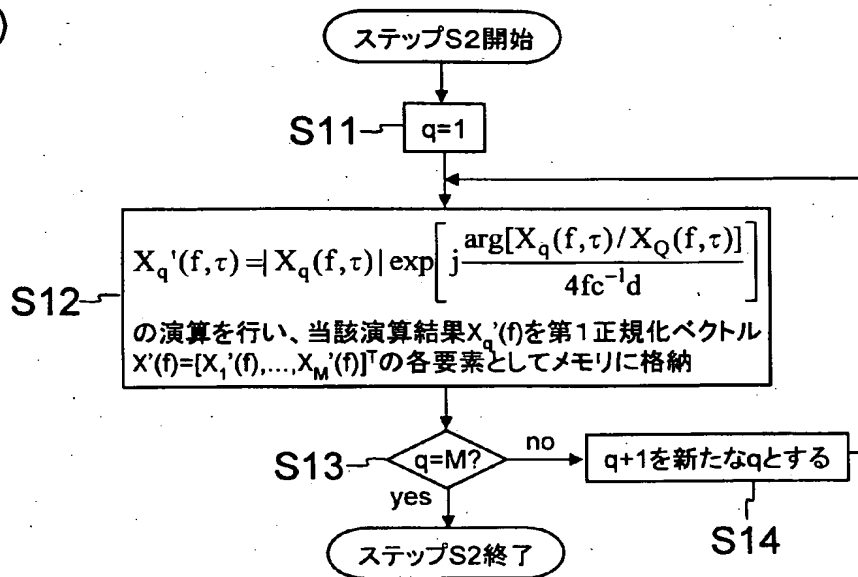


図4

【図5】

(a)



(b)

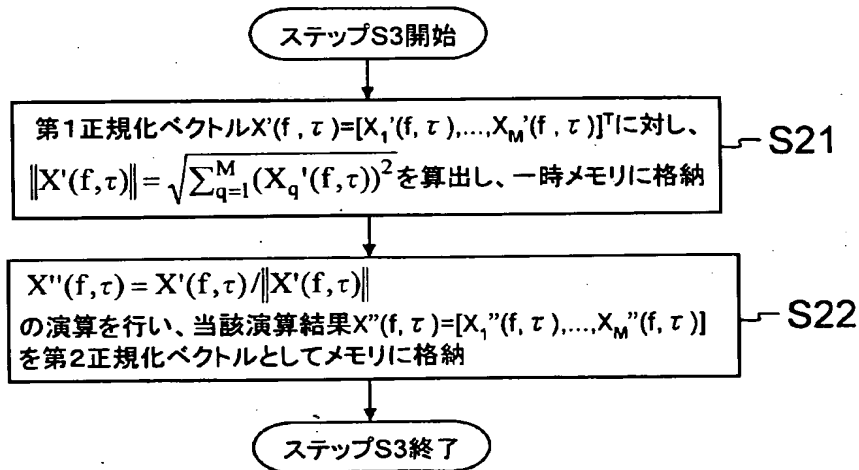


図5

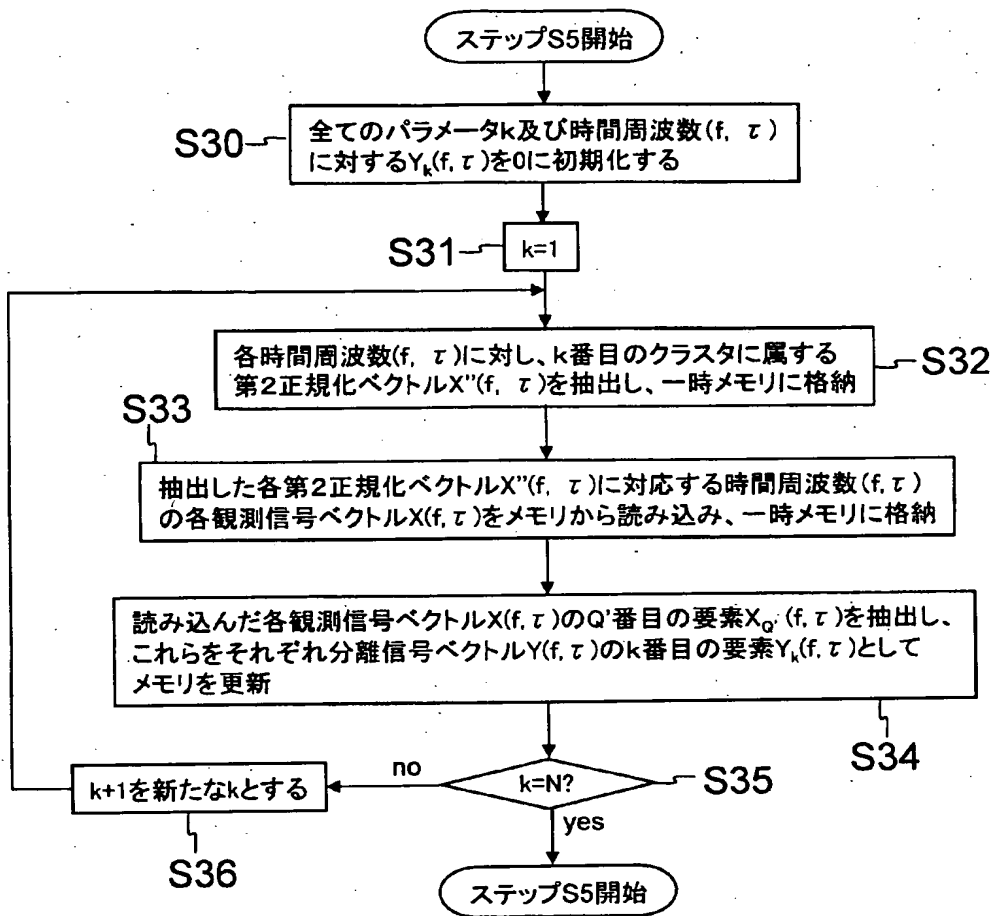
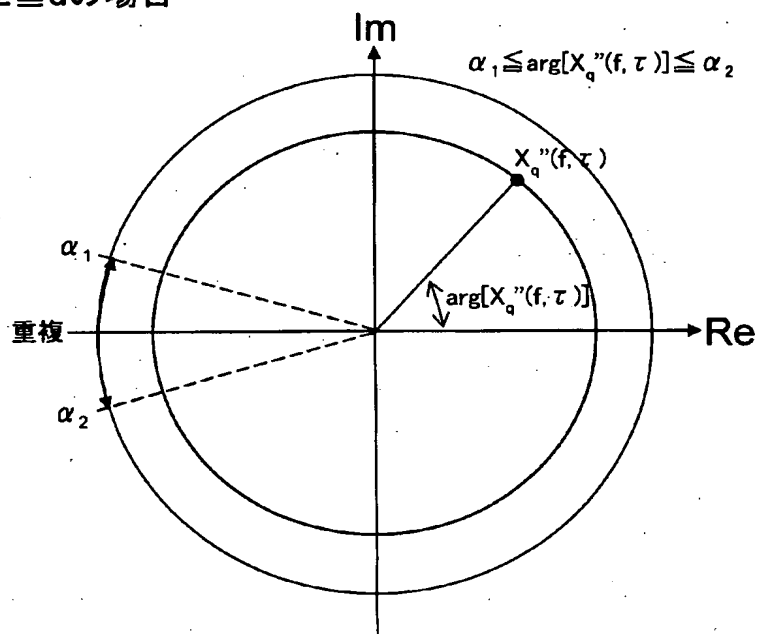


図6

【図 7】

(a) $d_{\max}/2 \geq d$ の場合



(b) $d_{\max}/2 < d < d_{\max}$ の場合

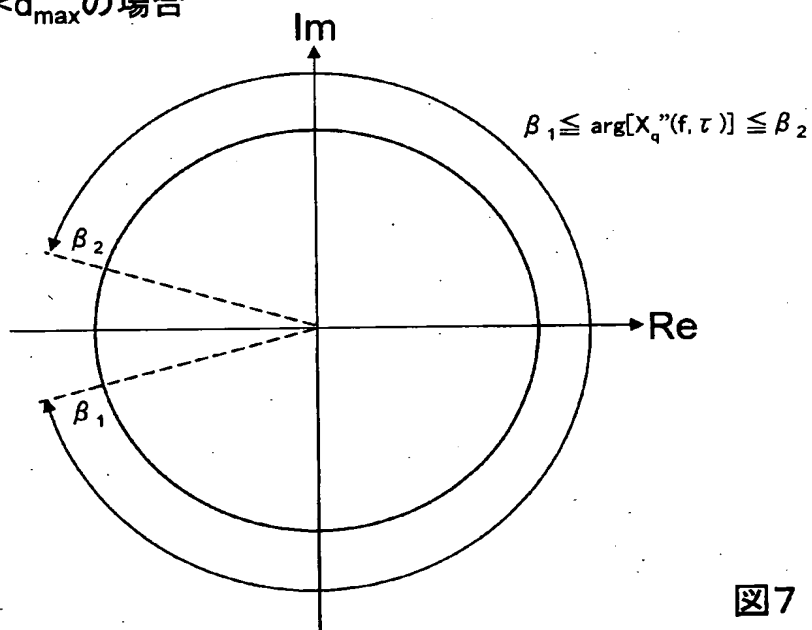
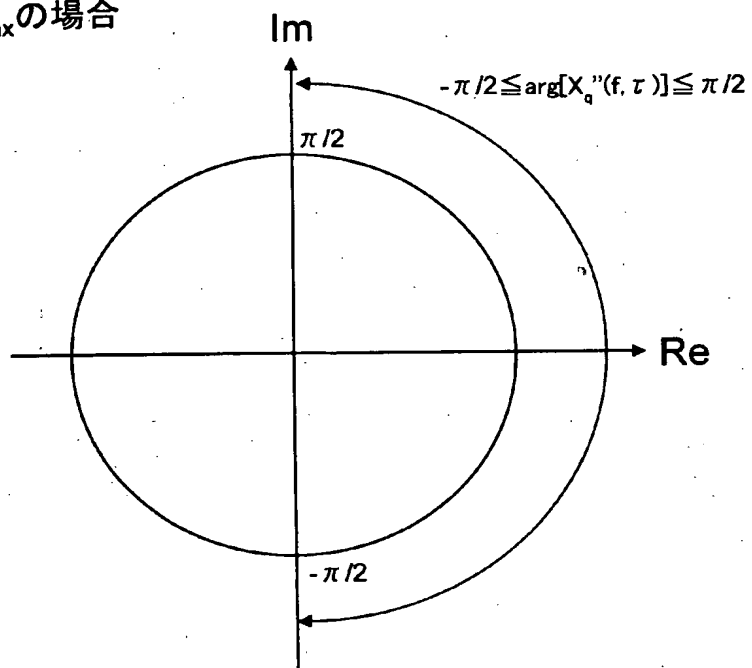


図 7

【 図 8 】

(a) $d=d_{\max}$ の場合



(b) $d > d_{\max}$ の場合

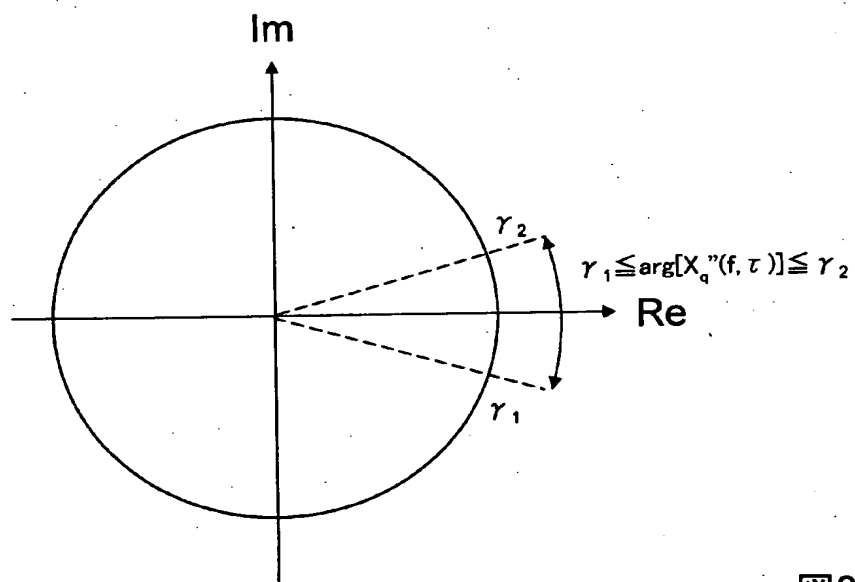
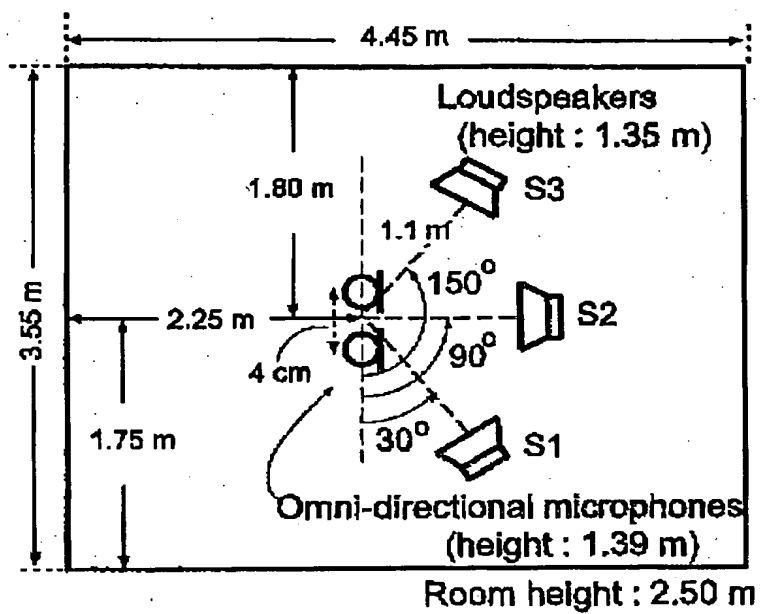


図8

(a)

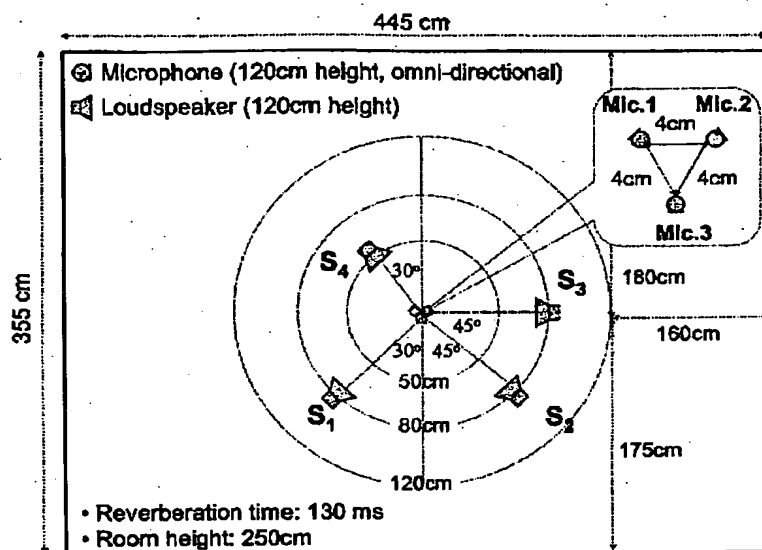


(b)

実験結果 (in[dB])

	SIR ₁	SIR ₂	SIR ₃
InputSIR	-5.2	-1.5	-2.9
DOA (Previous)	17.7	6.3	12.7
Normalized obser. vector (Proposed)	16.4	6.0	13.0

(a)

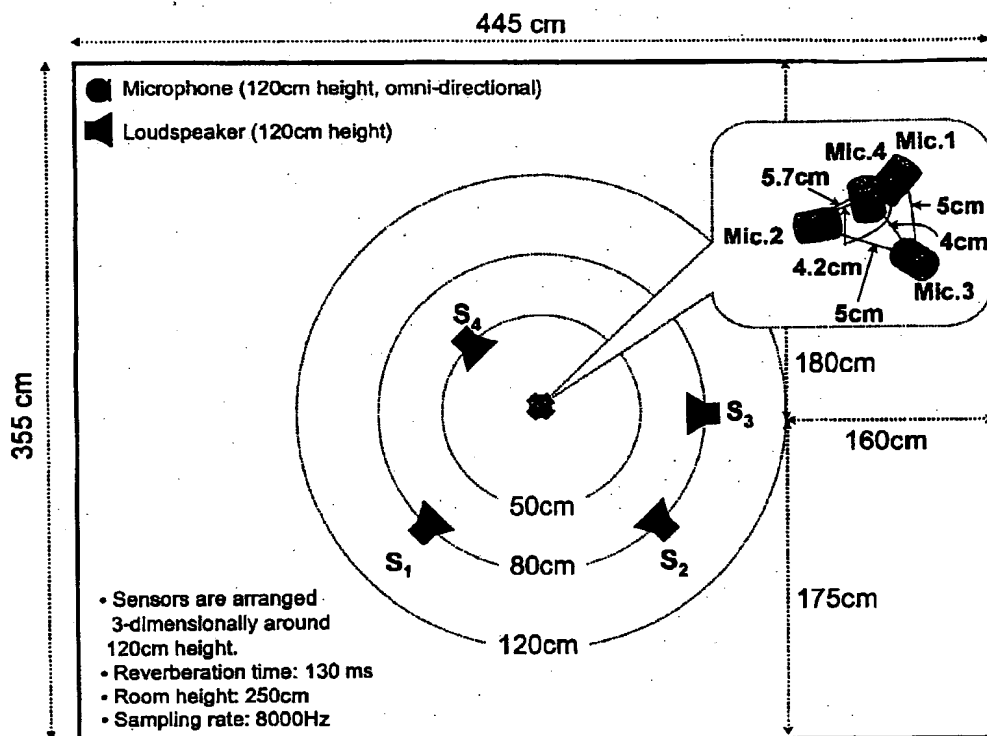


(b)

実験結果 (in[dB])

	SIR_1	SIR_2	SIR_3	SIR_4
InputSIR	-8.1	-6.0	-5.9	-0.8
Proposed	16.8	10.6	14.5	10.8

(a)



(b)

・ 実験結果 (in [dB])

	SIR_1	SIR_2	SIR_3	SIR_4
InputSIR	-8.1	-5.3	-6.6	-0.6
Proposed	17.8	15.6	9.6	15.7

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 センサの厳密な配置情報を必要とすることなく、観測信号から得られた情報を容易かつ効率的に利用して信号分離を行う。

【解決手段】 まず、時間周波数領域変換部 110 が、観測信号を周波数領域の周波数領域観測信号に変換する。そして、周波数正規化部 121 が、周波数領域観測信号から構成される観測信号ベクトルを、周波数に依存しない第1正規化ベクトルに正規化し、ノルム正規化部 122 が、第1正規化ベクトルを、ノルムが所定の値になる第2正規化ベクトルに正規化する。その後、クラスタリング部 123 が、第2正規化ベクトルをクラスタリングしてクラスタを生成し、分離部 124 が、k番目のクラスタに属する第2正規化ベクトルの時間周波数に対応する観測信号ベクトルから所定番目の要素を抽出し、これをk番目の要素とした分離信号ベクトルを生成する。そして、時間領域変換部 130 が、分離信号ベクトルを時間領域の信号に変換する。

【選択図】 図2

出願人履歴

0 0 0 0 0 4 2 2 6

19990715

住所変更

5 9 1 0 2 9 2 8 6

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社